

# 50. Internationales Wissenschaftliches Kolloquium

September, 19-23, 2005

**Maschinenbau  
von Makro bis Nano /  
Mechanical Engineering  
from Macro to Nano**

**Proceedings**

Fakultät für Maschinenbau /  
Faculty of Mechanical Engineering

Startseite / Index:

<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

## Impressum

Herausgeber:	Der Rektor der Technischen Universität Ilmenau Univ.-Prof. Dr. rer. nat. habil. Peter Scharff
Redaktion:	Referat Marketing und Studentische Angelegenheiten Andrea Schneider  Fakultät für Maschinenbau Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Peter Kurtz, Univ.-Prof. Dipl.-Ing. Dr. med. (habil.) Hartmut Witte, Univ.-Prof. Dr.-Ing. habil. Gerhard Linß, Dr.-Ing. Beate Schlütter, Dipl.-Biol. Danja Voges, Dipl.-Ing. Jörg Mämpel, Dipl.-Ing. Susanne Töpfer, Dipl.-Ing. Silke Stauche
Redaktionsschluss: (CD-Rom-Ausgabe)	31. August 2005
Technische Realisierung: (CD-Rom-Ausgabe)	Institut für Medientechnik an der TU Ilmenau Dipl.-Ing. Christian Weigel Dipl.-Ing. Helge Drumm Dipl.-Ing. Marco Albrecht
Technische Realisierung: (Online-Ausgabe)	Universitätsbibliothek Ilmenau <a href="#">ilmedia</a> Postfach 10 05 65 98684 Ilmenau
Verlag:	 Verlag ISLE, Betriebsstätte des ISLE e.V. Werner-von-Siemens-Str. 16 98693 Ilmenau

© Technische Universität Ilmenau (Thür.) 2005

Diese Publikationen und alle in ihr enthaltenen Beiträge und Abbildungen sind urheberrechtlich geschützt.

ISBN (Druckausgabe):	3-932633-98-9	(978-3-932633-98-0)
ISBN (CD-Rom-Ausgabe):	3-932633-99-7	(978-3-932633-99-7)

Startseite / Index:  
<http://www.db-thueringen.de/servlets/DocumentServlet?id=15745>

F. GRÄBNER<sup>b)</sup>, HILDENBRAND<sup>b)</sup>, A. HUNGSBERG<sup>b)</sup>, H.G. Huck<sup>a)</sup>,  
G. Liemann<sup>b)</sup>

## **Untersuchungen zu dünnen Magnetitschichten für neuartige Höchstfrequenzkoaxialleitungen im Frequenzbereich größer 1000 MHz**

### **I. EINLEITUNG**

In der heutigen Zeit der Einführung neuer Technologien der Funkübertragung, der Mobilfunkkommunikation ( D-Netz, E-Netz, UMTS ), der Netzwerke, Bussysteme ( CAN, LON, INTERBUS ) , und Video/ Audio Anwendungen werden neue Übertragungsraten und hohe Taktfrequenzen genutzt. Für bisherige technische Anwendungen mit Frequenzobergrenzen bis 1000 MHz [1] waren HF-Materialien [ 2 ] mit Arbeitsbereichen der oben genannten Frequenzobergrenze ausreichend entwickelt und einsetzbar. Diese Materialien genügen aber nicht mehr den neuen Technologien. In Zukunft werden neuartige HF-Materialien als Absorbermaterialien [ 3 ], Entstörmaterialien, Materialien für Gehäusemodule und Höchstfrequenzleiterplatten und Koaxialleitungen zwingend für Frequenzen > 1000 MHz zu entwickeln sein. In der Arbeit wird insbesondere auf ferrimagnetische Schichtsysteme als EMV – Materialien für die neuen notwendigen Arbeitsgebiete eingegangen.

Diese Dünnschichtsysteme setzen eine fundierte Analyse der Wechselwirkung HF-Absorption / Schichtcharakteristik voraus. Die Frage der Schichtanordnung eines Monolayersystems für HF-Koaxialleitungen wird experimentell diskutiert.

Wichtig für das PVD-Verfahren Sputtering sind Targetgeometrie, Sputterdruck, Sputtertemperatur. Die EMV – Anwendbarkeit wird diskutiert

## II ABSORBIERENDE LEITUNSSCHICHT EINER KOAXIALLEITUNG

### Röntgendiffraktometrische Analyse

Die röntgendiffraktometrische Analyse gibt Aufschluss über die Kristallphase einer Schicht. Bei einer Temperung von + 400 °C der Schicht wurde eine reine amorphe Phase analysiert. Die Spinellphasen Magnetit, Frankletit und Hematit waren nicht als Reflex sichtbar. Erst bei einer Temperung der Schicht bei + 800 °C konnte eine Kristallphase mittels Röntgenbeugung visualisiert werden.

Es wurde eine Hematitphase analysiert. Die Schicht wies somit kristallitische Phasen auf. Dies ist in Bild 1 zu sehen.

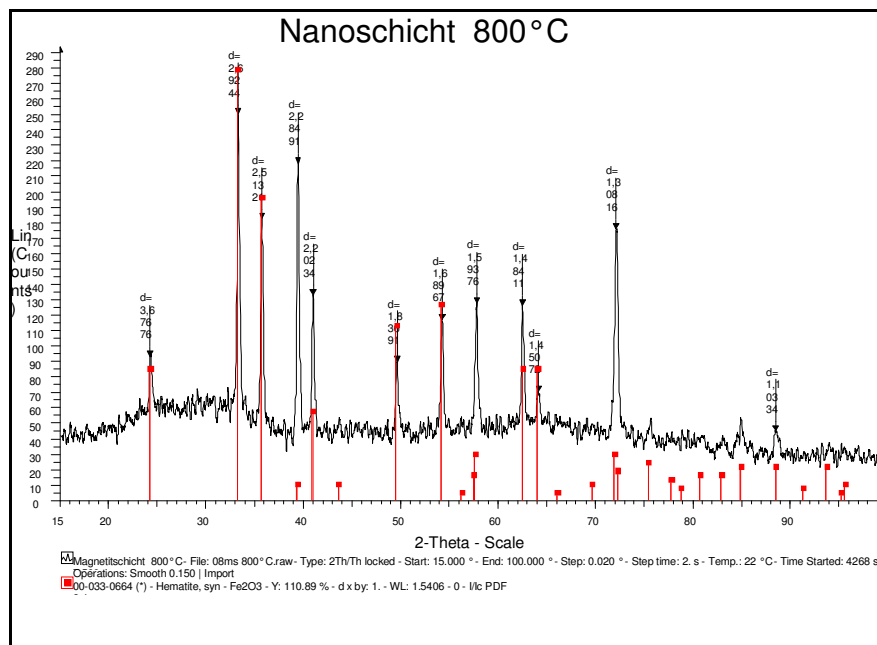


Bild 1 : Röntgendiffraktometriediagramm einer bei 800 °C getemperten Ferritschicht mit einer Schichtdicke von 120 nm

\* RF Analyse bis 20000 MHz

Die RF Analysen wurden in einem Koaxleiter bis 3,8 GHz und im Hohlleiter bis 20 GHz realisiert.

Im Koaxialleiter wurde als Absorption die Reflexionsdämpfung an einem Metallabschluss gemessen. Im Hohlleiter die Transmissionsdämpfung durch die elektrisch nicht leitfähige Schicht.

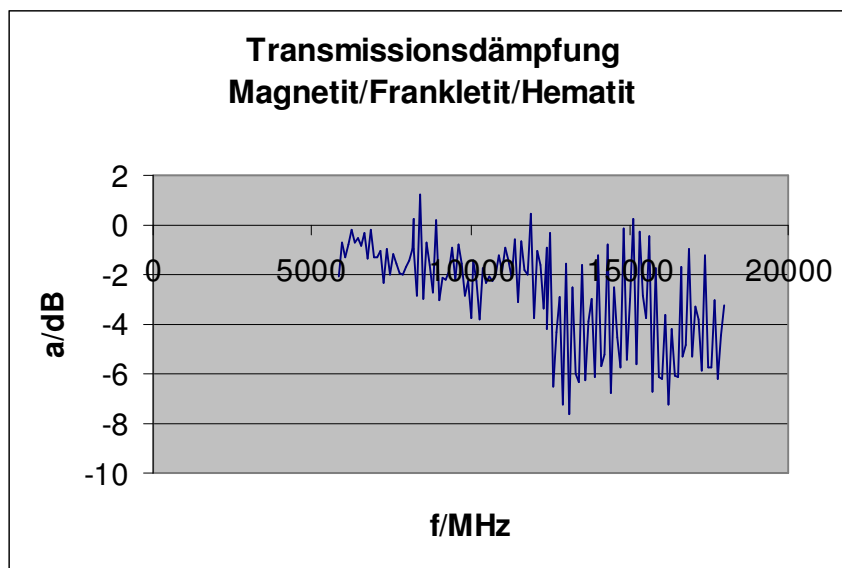


Bild 3: Transmissionsdämpfung im Hohlleiter gemessen bis 18 GHz ,  
Probe : Ferrit mit einer Schichtdicke von 120 nm , maximale  
Absorption a = 5 dB

Es ist somit eine hohe Absorption der dünnen Magnetschicht bei 20 GHz mit 5 dB zu konstatieren.

Die allgemeinen Absorptionsdaten der Schicht:

Frequenz f in MHz	1000	2000	5000	10000	15000	18000
Absorption in dB	0,2	0,6	2	3	4	5

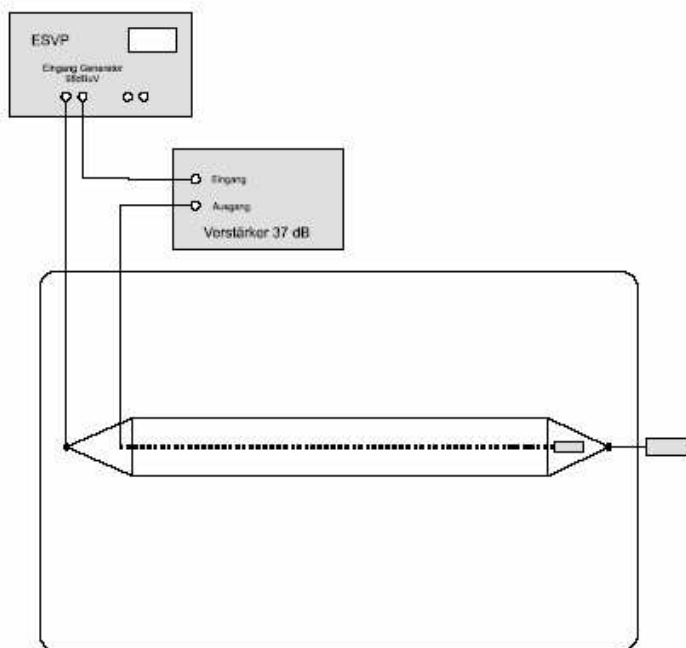
Damit kann eine Nanoschicht Absorptionsdämpfungen eines Volumenabsorbers der mittleren Güte erreichen.

### III NEUARTIGE KOAXIALLEITUNG MIT NANOSCHICHT

#### \* Messung mit Stripline

Der Messaufbau entsprach normativ der Stripline Methode. Die Messungen dienten der Darstellung der Unterschiede in der Abstrahlung zwischen der untersuchten Kabelvariante sowie des Einflusses einer absorbierenden Umhüllung. Von allen genannten Kabeln wurden Probenmuster mit einer mechanischen Länge von 100cm angefertigt. Diese wurden mit den erforderlichen Abschlüssen versehen und an einer Seite mit  $50\Omega$  terminiert.

Messskizze 1 des Messaufbaus:



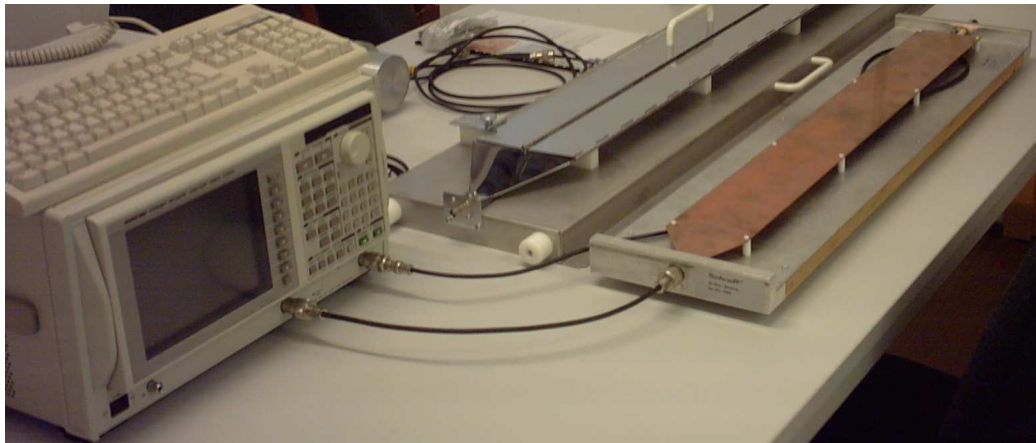
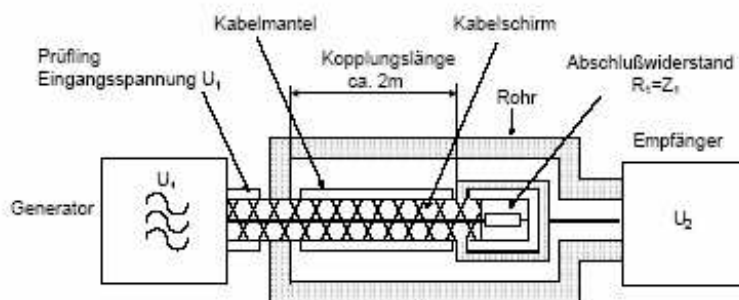


Bild 3: Messaufbau zur Schirmdämpfungsmessung einer Koaxialleitung in einem Striplinemessplatz

Weitere alternative Messverfahren zur Schirmdämpfungsmessung von Leitungen können Triaxialmeßverfahren ( Messskizze 2 ) sein.



triaxialer Meßaufbau für Schirmdämpfung

#### Messskizze 2 : Triaxialmessverfahren

In diesem Triaxialmessverfahren wird die Gesamtschirmdämpfung aus dem logarithmischen Verhältnis aus Außenschirmung ( Messumgebung ) und Innenschirmung / Innenkreis sein.

Somit ist die Schirmdämpfung des Kabels eine Dämpfung bezogen auf den Aussenkreis. Die Schirmdämpfungsmessmethode legt die Messumgebung ebenso fest, wie die Koaxmeßzellenmethode u.a. . Die definierte Messumgebung ist in der mit einem 50 Ohm System abgeschlossenen Generator-Empfänger-Striplineanordnung zu sehen. In diesem „ Fernfeldsystem „ ist eine definierte Feldumgebung von E/H zu erwarten. Ebenso ist dieses System angepasst bis mindestens 2 GHz. Dies wurde im Smith Diagramm nachgewiesen. Genau in die Mitte des Streifenleiters wird nun das Kabelsystem mit 50 Ohm-Abschluss und Messempfänger gelegt.

Die Kurve in Bild 4 zeigt eine unbeschichtete Koaxialleitung, welche in der Stripline vermessen wurde.



Bild 4: Schirmdämpfung der unbeschichteten HF Koaxleitung RG58 mit Kupferstripline





Bild 5: Schirmdämpfung der beschichteten HF Koaxleitung RG58 mit Cu Stripline

## VI. DISKUSSION UND ZUSAMMENFASSUNG

Es ist gelungen mittels des MF - Sputterverfahrens ferritische Schichten auf HF-Koaxialleitungen der Firma LEONI GmbH & Co KG abzuscheiden. Die Schichtcharakteristik wies ein Multiphasensystem von Eisen und Eisenoxiden auf. Es wurde eine fast linear anwachsende Reflexionsdämpfung von 0,6 dB ab 1000 MHz bis 5 dB bei 20000 MHz gemessen. Die Schirmdämpfung konnte um 4 dB auf 50 dB bei 3,8 GHz erhöht werden. Dem Projektträger INNOWAT mbH Berlin wird für die finanzielle Unterstützung im Rahmen des FuE Projektes NANOLEITEC gedankt.

## Literaturverzeichnis

- [1] L. Michalowsky, Ferritwerkstoffe, Akademie-Verlag, Berlin, 1985
- [2] R.A. McCurrie, Ferromagnetic Materials, Structure and Properties, Academic Press, London, 1994
- [3] S. Chikazumi, Physics of Ferromagnetism, Clarendon Press, Oxford, 1997
- [4] L. Jang-Sik, L. Byung-II, J. Seung-Ki, IEEE Trans. Magn. 35, 5 (1999) 3415
- [5] J. Neamtu, M. Nogues, H. Gavrilă, D. Barb, J. Phys. IV France 8 (1998) Pr2-257
- [6] Z. Qian, G. Wang, J.M. Sivertsen, J.H. Judy, IEEE Trans. Magn. 33, 5 (1997) 3748

- [7] M.F. Gillies, R. Coehoorn, J.B.A. van Zon, J. Appl. Phys. 83, 11 (1998) 6855
- [8] M. Matsuoka, Y. Matsuda, Y. Hoshi, M. Naoe, J. Magn. Magn. Mat. 54-57 (1986) 1603
- [9] H.S. Cho, S.K. Ha, H.J. Kim, Surface and Coatings Techn. 68/69 (1994) 279
- [10] V.P. Ovsiannikov, G.V. Lashkarev, Y.A. Mazurenko, M.E. Bugaeva, Electrochem. Soc. Proc. 97-25 (1997) 1020
- [11] D. Gangaware, R. Woolcott, A.I. Kingon, J.F. Roeder, T.H. Baum, Mat. Res. Soc. Symp. Proc. 574 (1999) 169
- [12] P.C. Dorsey, B.J. Rappoli, K.S. Grabowski, P. Lubitz, D.B. Chrisey, J. Appl. Phys. 81, 10 (1997) 6884
- [13] A.K. Srivastava, M.J. Hurben, M.A. Wittenauer, P. Kabos, C.E. Patton, J. Appl. Phys. 85, 11 (1999) 7838
- [14] M.M. Amado, M.S. Rogalski, L. Guimaraes, J.B. Sousa, I. Bibicu, R.G. Welch, S.B. Palmer, J. Appl. Phys. 83, 11 (1998) 6852
- [15] S.Y. Bae, H.J. Jung, C.S. Kim, Y.J. Oh, J. Phys. IV France 8 (1998) Pr2-261
- [16] S.Y. Bae, C.S. Kim, Y.J. Oh, J. Appl. Phys. 85, 8 (1999) 5226
- [17] T. Nakamura, Proc. of ICF 8 (2000) 44
- [18] Smithells, Metals Reference Book, Butterworth, 1992
- [19] K.-H. Jost, Röntgenbeugung an Kristallen, Akademie-Verlag, 1975

## Adressen

a)

Dipl.-Ing. H.G. Huck  
 Leoni Kabel GmbH & Co KG  
 Stiebelstr. 5  
 91154 Roth  
 Email: [hans-georg.huck@leoni.com](mailto:hans-georg.huck@leoni.com)

b)

Dr.-Ing. F. Gräbner  
 Ing. St. Hildenbrand  
 Herr A. Hungsberg  
 Frau G. Liemann  
 Institut für Maschinen, Antriebe und elektronische  
 Gerätetechnik gGmbH  
 Neue HF-Materialien  
 An der Salza 8a, 99734 Nordhausen, Germany  
 Email: [F.Graebner@IMG-Nordhausen.de](mailto:F.Graebner@IMG-Nordhausen.de)